

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-057540
(43)Date of publication of application : 26.02.2003

(51)Int.Cl. G02B 13/04
G02B 13/18
G02B 17/08
G02B 19/00
G03B 21/14
H04N 5/74

(30)Priority
Priority number : 2001 200145373 Priority date : 27.07.2001 Priority country : KR

(54) PROJECTION LENS FOR PROJECTION DISPLAY APPARATUS

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a projection lens which reduces the thickness of a projection television, facilitates the arrangement of optical parts for color separation and synthesis and reduces longitudinal chromatic aberration.

SOLUTION: A first lens group having a negative power, a second lens group having a positive power are arranged from the screen side of a projection display device, and an aperture diaphragm is positioned between the first lens group and the second lens group. The first lens group includes at least one aspherical lens element and at least three spherical lens elements, and the lens element of the first lens group spaced away from the screen by a maximum distance has a positive power, and the second lens group includes a triple cemented lens composed of three lens elements cemented together, and further includes at least one lens element having positive power and arranged at one side of the triple cemented lens opposite to the screen.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.10.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

[application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3429291

[Date of registration]

16.05.2003

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
 - 2.**** shows the word which can not be translated.
 - 3.In the drawings, any words are not translated.
-

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The light source, an illumination-light study system, an optical bulb, the color separation / synthetic system, projection display equipment possessing a projection lens which are characterized by providing the following The 1st lens group which has the first negative power from a screen side of said projection display equipment The 2nd lens group which has positive power An aperture diaphragm is located between said 1st lens groups and said 2nd lens groups. When setting the effective focal distance of f2 and a whole lens to f and setting [the effective focal distance of said 1st lens group / the effective focal distance of f1 and said 2nd lens group] bfl and two distance lens between groups to d for a rear-face focal distance, the following conditions and (1) $-5.4 < d/f1 < -0.2$ (2) $0.4 < d/f2 < 5.1$ (3) $2.8 < bfl/f < 7.8$ is satisfied and made. A lens element which said 1st lens group has in an endmost part of a screen opposite hand of said 1st lens group including at least one or more aspheric lens elements and at least three or more spherical-lens elements is positive power.

[Claim 2] An aspheric lens element of said 1st lens group is the projection lens of projection display equipment according to claim 1 characterized by making it the 1st [at least / or more] page turn into the aspheric surface.

[Claim 3] An aspheric lens element of said 1st lens group is the projection lens of projection display equipment according to claim 1 characterized by taking into consideration from a screen side and making it located most ahead.

[Claim 4] 3 cemented lenses of said 2nd lens group are projection lenses of projection display equipment according to claim 1 characterized by making it have positive optical power.

[Claim 5] It is the projection lens of projection display equipment according to claim 1 which it is made, as for 3 cemented lenses of said 2nd lens group, for a central lens to have negative optical power, and is characterized by making it other two lenses have positive optical power.

[Claim 6] For 3 cemented lenses of said 2nd lens group, a refractive index Ndc of a central lens and a refractive index Nds of other two lenses are the following conditions and $|Ndc-Nds| > 0.16$. A projection lens of projection display equipment according to claim 5 characterized by making it satisfy 0.16.

[Claim 7] For 3 cemented lenses of said 2nd lens group, the Abbe number Vdc of a central lens and the Abbe number Vds of other two lenses are the following conditions and $|Vdc-Vds| > 23$. A projection lens of projection display equipment according to claim 5 characterized by making it satisfy 23.

[Claim 8] 3 cemented lenses of said 2nd lens group are projection lenses of projection display equipment

according to claim 1 characterized by a central lens having positive optical power and making it other two lenses have negative optical power.

[Claim 9] It is the projection lens of projection display equipment according to claim 1 characterized by constituting said projection lens between said 1st lens groups and said 2nd lens groups, including a reflecting mirror further, and enabling it to change an optical path inside said projection lens with said reflecting mirror as said reflecting mirror is located between said 1st lens groups and aperture diaphragms.

[Claim 10] said reflecting mirror -- an angle θ of an incidence chief ray of said reflecting mirror, and a reflective chief ray to make -- the following conditions and $45 < \theta < 90^\circ$. A projection lens of projection display equipment according to claim 9 characterized by satisfying 90.

[Claim 11] Said projection lens is a projection lens of projection display equipment according to claim 1 characterized by constituting including further the color separation / prism block for composition which adds many prism to said projection lens (31) and said optical bulb (22), is joined to them, and consists of cementation of said projection lens (31) and prism of said optical bulb (22) and a large number.

[Claim 12] said prism block -- a RIFURAKKUTIBU index Ndp and the Abbe number Vdp of said prism block -- the following conditions and $Ndp > 1.64Vdp < 33.0$. A projection lens of projection display equipment according to claim 11 characterized by making it satisfy 33.0.

[Claim 13] Said projection lens is a projection lens of projection display equipment according to claim 1 characterized by making it have 1% or less of distortion.

[Claim 14] Said projection lens is a projection lens of projection display equipment according to claim 1 characterized by making it have 84% or more of circumference quantity of light ratio.

[Claim 15] Said projection lens is a projection lens of projection display equipment according to claim 1 characterized by making it have a field angle of 66 degrees or more.

[Claim 16] Said projection lens is a projection lens of projection display equipment according to claim 1 characterized by fixing distance between said 1st lens groups and optical bulbs, moving said 2nd lens group forward and backward, and adjusting focusing.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] This invention having the field angle of 60 degrees or more especially about projection display equipment, making Projection TV (or monitor) thin, securing a long rear face focal distance, and making easy arrangement of the optic color separation / for composition, tele cent rucksack (Telecentric) layout be carry out, the engine performance of the optic color separation / for composition be maintain highly, and it relate to the projection lens of the projection display equipment it be made decrease vertical chromatic aberration.

[0002]

[Description of the Prior Art] Generally, orientation that orientation that a man of today will enjoy leisure and a recreation individually is strong, and it will view and listen to a film or other image objects in individual free space has become strong. It is in the trend by which the screen or screens of an image, such as a display unit, are enlarged according to such orientation.

[0003] It is the data projector using the projection technology in which the concept whose developed technology is a projector was introduced recently according to the trend of enlargement of such a screen or a screen, a projection TV, a projection monitor, etc., and it is as follows when the projection display equipment used for this is explained with reference to drawing 1 .

[0004] And in connection with a display being enlarged recently, development of the back projection mold TV (or monitor) which constitutes a display system using the projection method is active. High definition-ization accompanying minimization of the system by which the back projection mold TV (or monitor) included not only enlargement of a screen but the maximum thinning of thickness etc., the increment in the number of the minimum pixels, the increment in the quantity of light, the increment in the uniformity coefficient of lighting, etc. is demanded.

[0005] In drawing 1 , a reference mark 11 is the light source which is an extra-high pressure mercury lamp (Light source), 12 is a reflecting mirror, and 13 is an illumination optic (illumination optic). Moreover, a reference mark 21 is a polarization beam splitter (Polarized Beam Splitter, PBS), 22 is a reflected type light bulb (imager), 31 is a projection lens, and 32 is a screen.

[0006] The brightness of projection display equipment is decided by the amount of the light out of which an extra-high pressure mercury lamp 11 comes with an extra-high pressure mercury lamp 11 as the light source of projection display equipment.

[0007] It is reflected from a reflecting mirror 12 and the light from an extra-high pressure mercury lamp

11 comes to pass the illumination optic 13. The illumination optic 13 is uniform, and the light from an extra-high pressure mercury lamp 11 is made to become close to parallel light, it has the maximum effectiveness, and it is made to converge on the optical bulb 22. At this time, the illumination optic 13 uses an optical tunnel (Light tunnel), an optical pipeline (light pipe), or a fly eye lens (Fly-eye lens). [0008] The reason for using an optical pipeline does not have the uniform intensity (intensity) of a wide sense here in the light which comes out of a lamp, and the luminous intensity in the direction of an optical axis is strong, and luminous intensity is because it becomes still weaker, so that it keeps away with an optical axis. When it is reflected in LCD and such a light comes out, the brightness of an image becomes less uniform on a screen. Therefore, an optical pipeline is used in order to make the light which comes out of a lamp and which is not uniform equalize as much as possible to the maximum extent.

[0009] It becomes irregular with an optical bulb (imager) signal, and the light by which passes a polarization beam splitter 21 and incidence is carried out to the reflected type light bulb 22 is reflected by the back plane (back plain). And amplification projection is carried out by the projection lens 31 on a screen 32.

[0010] In order that the projection lens 31 used at this time may maximum-thin the thickness of a projection TV or a monitor, very short projector distance is needed. That is, a projection lens with a large field angle (Field of View) comes to be required. Moreover, the high performance projection lens which has high resolution by the increment in the minimum number of pixels and reduction of the magnitude which is the validity of the whole in an optical bulb is demanded. Although the quantity of light of a projection system and the uniformity coefficient of lighting are greatly influenced by the engine performance of an illumination system, the projection lens which has the comparatively low f number (f/3.5 or less) and a high circumference quantity of light ratio (80% or more) to compensate for the engine performance of an illumination system is needed.

[0011] Moreover, projection display equipment arranges a polarizing prism and a color filter between a projection lens and an optical bulb for color separation/composition in order to change the shaft of the optical path of an illumination system, and the optical path of the projection lens 31 which generates the illumination light. A projection lens must prepare a rear-face focal distance long enough by arrangement of such an optical component.

[0012] Furthermore, although a polarizing prism, a color filter, etc. embody the engine performance by optical coating, such optical coating has a large change of the engine performance according to the angle which plane of incidence and incident light make.

[0013] Therefore, lowering of the optical-character ability according to each field can be prevented only after, as incidence of the incident angle of the chief ray of each field which carries out incidence to such an optical component is carried out at right angles to an optical bulb. In order to satisfy such conditions, a projection lens must carry out a tele cent rucksack.

[0014] Although the vertical chromatic aberration of the projection lens 31 comes to be shown by the mistake convergence (Misconvergence) of R, G, and B3 color with projection display equipment, if such a mistake convergence becomes large, one white line will become distinguishable [R, G, and B3 line]. That is, if a mistake convergence is large, the problem to which image quality falls will be generated. When using it as an object for monitors which displays many alphabetic characters, such a mistake convergence problem is serious, and it must be embodied after all so that a projection lens may make vertical chromatic aberration very small.

[0015]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the lens which can be satisfied with the former of all the engine performance that a projection lens must satisfy to such projection display equipment was not embodied.

[0016] Moreover, although the projection lens with which it is satisfied with of any one engine performance among the engine performance which a projection lens must satisfy to projection display equipment, or satisfied of the partial engine performance can be embodied comparatively easily, the embodiment of a projection lens which can satisfy all engine performance is difficult. while it has the field angle of the wide angle of 60 degrees or more especially and a rear-face focal distance is long -- a tele cent -- there was a problem that embodying was not easy, so that the rucksack projection lens satisfied various engine performance of an ideal.

[0017] It was made in order that this invention might solve the trouble of the above conventional technology, and the object is in offering the projection lens of the projection display equipment which has a long rear-face focal distance and can embody the TERESEN trick projection lens of a wide angle, though engine-performance conditions required for a big screen, the minimum thickness, and a high-definition projection system are satisfied.

[0018] Moreover, they are to offer the projection lens of the projection display equipment which can decrease vertical chromatic aberration as tele cent rucksack layout is carried out [equipment] and the engine performance of color separation / optic for composition is maintained [equipment] highly, securing a long rear face focal distance, and making [other objects of this invention have the field angle of 60 degrees or more, make a projection TV (or monitor) thin,] easy arrangement of color separation / optic for composition.

[0019] In addition, the field angle (Field of view) of other objects of this invention is 60 degrees or more. BFL/F> Satisfying 2.8 and making it a rear-face focal distance become long enough The chief ray of each field (Field) is satisfied with a body side of the tele cent rucksack (Telecentric) which carries out vertical incidence. It has the high resolution from which MTF (Modulation Transfer Function) becomes 40% or more also in the outermost angle field with the Nyquist rate (Nyquist frequency) decided by the minimum pixel of an optical bulb. Distortion aberration (Distortion) has a small color scale factor within 1%, and is to offer the projection lens of the projection display equipment which can embody the projection lens whose surrounding quantity of light ratio is 85% or more because of the uniform brightness of the whole screen.

[0020]

[Means for Solving the Problem] In projection display equipment with which this invention which solves the above-mentioned technical problem possesses the light source, an illumination-light study system, an optical bulb, color separation / synthetic system, and a projection lens The 1st lens group which has the first negative power from a screen side of said projection display equipment, An aperture diaphragm is located between the 2nd lens group which has positive power, and said 1st lens group and said 2nd lens group. When setting the effective focal distance of f2 and a whole lens to f and setting [the effective focal distance of said 1st lens group / the effective focal distance of f1 and said 2nd lens group] bfl and two distance lens between groups to d for a rear-face focal distance, the following conditions and (1)-5.4 -- < -- d/f1 < -0.2 (2) 0.4 -- < -- d/f2 < -- 5.1 (3) 2.8 -- < -- bfl/f < -- 7.8 is satisfied and made. Said 1st lens group contains at least one or more aspheric lens elements and at least three or more spherical-lens elements. It

is made for a lens element at an endmost part of a screen opposite hand of said 1st lens group to have positive power. Said 2nd lens group It is characterized by constituting said projection lens from said 3 cemented lenses including a lens element which has at least one or more positive power in a screen opposite hand including 3 cemented lenses which consist of cementation of three lens elements.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, it is as follows when 1 operation gestalt accompanying the technical thought of the projection lens in the projection display equipment of above this inventions is explained with reference to a drawing.

[0022] Drawing 2 is the drawing in which 1 operation gestalt of the projection lens of the projection display equipment by this invention was shown, and drawing 6 is the drawing in which other operation gestalten of the projection lens of the projection display equipment by this invention were shown.

[0023] In the projection display equipment which possesses the light source 11, the illumination-light study system 13, the optical bulb (imager) 22, color separation / synthetic system 21, and the projection lens 31 as shown in this The 1st lens group G1 which begins from the screen side of said projection display equipment, and has negative power, An aperture diaphragm (Aperture Stop) is located between the 2nd lens group G2 which has positive power, and said 1st lens group G1 and said 2nd lens group G2. When setting the effective focal distance of f2 and a whole lens to f and setting [the effective focal distance of said 1st lens group G1 / the effective focal distance of f1 and said 2nd lens group G2] bfl and two distance lens between groups to d for a rear-face focal distance, the following conditions and (1)-5.4 -- < -- d/f1 < -0.2 (2) 0.4< d/f2 < -- 5.1 (3) 2.8 -- < -- bfl/f < -- 7.8 is satisfied and made. Said 1st lens group G1 contains at least one or more aspheric lens elements (lens element) and at least three spherical-lens elements or more. He is trying for the lens element in the very end of the screen opposite hand of said 1st lens group G1 to have positive power (Positive power). Said 2nd lens group G2 constitutes said projection lens from said 3 cemented lenses including the lens element which has at least one or more positive power in a screen opposite hand including 3 cemented lenses (Cemented Triplet Lens) which consist of cementation of three lens elements.

[0024] It is made for the aspheric lens element of said 1st lens group G1 to become the page [1st / or more / at least] aspheric surface.

[0025] The aspheric lens element of said 1st lens group G1 is taken into consideration from a screen side, and is located in a foremost side.

[0026] It is made for 3 cemented lenses of said 2nd lens group G2 to have positive optical power (positive optical power).

[0027] It is made, as for 3 cemented lenses of said 2nd lens group G2, for a central lens to have negative optical power (negative optical power), and is made for other two lenses to have positive optical power.

[0028] For 3 cemented lenses of said 2nd lens group G2, the refractive index (refractiveindex) Ndc of a central lens and the refractive index (refractive index) Nds of other two lenses are the following conditions and $|Ndc-Nds| >$ It is made to satisfy 0.16.

[0029] For 3 cemented lenses of said 2nd lens group G2, the Abbe number (Abbe number) Vdc of a central lens and the Abbe number (Abbe number) Vds of other two lenses are the following conditions and $|Vdc-Vds| >$ It is made to satisfy 23.

[0030] As for 3 cemented lenses of said 2nd lens group G2, a central lens has positive optical power, and it is made for other two lenses to have negative optical power.

[0031] Said projection lens is constituted between said 1st lens groups G1 and said 2nd lens groups G2, including a reflecting mirror further, and as said reflecting mirror is located between said 1st lens groups and aperture diaphragms, it enables it to change an optical path inside said projection lens with said reflecting mirror.

[0032] said reflecting mirror -- the angle θ_h of the incidence chief ray of said reflecting mirror, and a reflective chief ray to make -- the following conditions and $45^\circ < \theta_h < 90^\circ$ It is made to satisfy 90.

[0033] Said projection lens makes said optical bulb 22 join many prism to said projection lens 31 by addition, and is constituted, including further the color separation / prism block for composition which consists of cementation of the prism of said projection lens 31, said optical bulb 22, and a large number.

[0034] said prism block -- the refractive index N_{dp} and the Abbe number V_{dp} of said prism block -- the following conditions and $N_{dp} > 1.64V_{dp} < 33.0$ It is made to satisfy 33.0.

[0035] It is made for said projection lens to have 1% or less of distortion (distortion).

[0036] It is made for said projection lens to have 84% or more of circumference quantity of light ratio.

[0037] It is made for said projection lens to have the field angle of 66 degrees or more.

[0038] Said projection lens fixes the distance between said 1st lens groups G1 and optical bulbs, moves said 2nd lens group G2 forward and backward, and adjusts focusing.

[0039] Thus, it will be as follows if a drawing explains actuation of the projection lens of the projection display equipment by constituted this invention to details.

[0040] First, the wide-angle TERESENTORIKKU projection lens (Wide angle Telecentric Projection Lens) which has the long back focal length (Long Back Focal Length) by this invention As a projection lens used for the projection display equipment which has the light source, an illumination-light study system, an optical bulb (imager), color separation / synthetic system, and a projection lens It is the projection lens for back projection mold projection TVs (or monitor) which carries out amplification projection of the image (image) formed in the graphic display device which consisted of many pixels, and expresses the image of big screen high definition.

[0041] Then, it consists of a lens group G1 which has negative power (Negative Power), and two lens groups of the lens group G2 which has positive power (Positive Power) like drawing 2, and an aperture diaphragm (Aperture Stop) is located between the lens group G1 and the lens group G2. The following conditions are satisfied, when setting the effective focal distance of f_2 and a whole lens to f and setting [the effective focal distance of G1 lens group / the effective focal distance of f1 and G2 lens group] bfl and two distance lens between groups to d for a rear-face focal distance.

(1) $-5.4 < d/f_1 < -0.2$ (2) $0.4 < d/f_2 < 5.1$ (3) $2.8 < bfl/f < \infty$ The 1st lens group G1 of the 7.8 beginnings contains at least one or more aspheric lens elements (lens element) and at least three spherical-lens elements or more. The lens element in the very end of the screen opposite hand of the 1st lens group G1 has positive power (Positive power).

[0042] The 2nd 2nd lens group G2 must contain the lens element which has at least one or more positive power in a screen opposite hand from these 3 cemented lenses including 3 cemented lenses (Cemented Triplet Lens) which consist of cementation of three lens elements.

[0043] If it is made to have the field angle of the wide angle of 60 degrees or more, it will reduce, so that the 1st [or more / at least] one page arranges the plastics aspheric lens which is the aspheric surface in G1 lens group and is [that residual aberration, such as a confrontation bow, distortion aberration, and vertical chromatic aberration, comes to remain] satisfied with it of confrontation bulge aberration but,

and distortion aberration will be contracted to less than 1%. When it must delete elaborately and uses glass at the time of processing, it must be shaved each time, but the aspheric lens is advantageous in respect of reduction of a price band and a routing here, if plastics is manufactured and used with metal mold.

[0044] Since the light source of very high energy is used for projection display equipment, a temperature change is intense and importance must be attached also to the temperature change accompanying external environment. Therefore, if it can do, it must be made to have weak refractive power, in order that the plastics aspheric lens with the comparatively sharp engine-performance change accompanying temperature may minimize the effect of a temperature change compared with a glass lens (Glass lens).

[0045] Moreover, in order to maintain a uniform injection temperature and the uniform pressure at the time of lens injection, the thickness difference of a core and a periphery must be minimized.

[0046] In order to satisfy such conditions, the aspheric lens element of the first 1st lens group G1 has weak negative optical power (negative optical power) or weak positive optical power (positive optical power).

[0047] At this time, the equation of the used aspheric surface is as the following formula 1.

[Equation 1]

$$z = \frac{y^2}{R + \sqrt{R^2 - (1+K)y^2}} + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10}$$

[0048] z is the direction of an optical axis, y is a direction vertical to the direction of an optical axis here, R is the radius of a lens side, K is a conic constant, and A, B, C, and D are aspheric surface coefficients.

[0049] the high-reflective-liquid-crystal light bulb (imager) generally used for projection display equipment -- R, G, and B -- three optical bulbs expressing each three primary colors are used. The image of this three optical bulb is compounded by color separation / synthetic system, and amplification projection is carried out through a projection lens. if the vertical chromatic aberration of a projection lens is large at this time -- R, G, and B -- the color scale-factor difference of each image -- R, G, and B in a screen periphery -- each image inequality occurs.

[0050] Therefore, vertical chromatic aberration was contracted to G2 lens group by the projection lens by this invention using the triple cemented lens (Triple Cemented Lens) which joined three lenses.

[0051] The triple cemented lens has positive optical power (positive optical power), a central lens has negative optical power, and other two lenses have positive optical power. And the refractive index (refractive index) Ndc of the lens of the center of 3 cemented lenses and the refractive index (refractive index) Nds of other two lenses satisfy a degree.

| Ndc-Nds | > The Abbe number (Abbe number) Vdc of the lens of the center of 0.16 and 3 cemented lenses and the Abbe number (Abbe number) Vds of other two lenses satisfy a degree.

| Vdc-Vds | > In 23 and G1 lens group, the nearest lens is arranged at an aperture diaphragm (Aperture Stop) so that it may have the refractive power of an amount, and it was made for the furthest lens from an aperture diaphragm in G2 lens group to have the refractive power of an amount.

[0052] On the other hand, in order to minimize the magnitude and thickness of projection display equipment, like drawing 6, between the lens group G1 of the beginning of a projection lens, and the 2nd lens group G2, a reflecting mirror can be set and an optical path can be changed inside a projection lens.

That is, as a reflecting mirror is located between the 1st lens group and an aperture diaphragm, it enables it to change an optical path inside a projection lens.

[0053] The depth (Depth) of projection display equipment can be reduced now by this. moreover, compared with the system which uses two pieces or three mirrors, adjustment is easy between a projection lens and a screen -- it has many advantages also in respect of the reliability instead of **. As for the angle θ which the incidence chief ray and reflective chief ray of a mirror make, a degree is satisfied at this time.

$45 < \theta < 90$ -- like Projection Lens of Drawing 6 Again The lens of the structure where a reflecting mirror can be set and an optical path can be changed inside a projection lens between the 1st lens group G1 and the 2nd lens group G2 To projection display equipment, at the time of wearing A focusing (focusing) sake, When moving a lens forward and backward in accordance with an optical axis, in order for the location of an image to follow up and down and to move on a screen, a projection lens can move only the lens group G2 forward and backward, and can carry out focusing accommodation.

[0054] As for the projection display equipment which used the reflective mold liquid crystal light bulb (Liquid crystal imager), an illumination-light study system, and color separation / synthetic system are located between a projection lens and an optical bulb.

[0055] The projection lens of this invention The light source 11, the illumination optic 13 of an illumination-light study system, It is used for the projection display equipment which has the optical bulb (imager) 22, the polarization beam splitter 21 of color separation / synthetic system, and the projection lens 31, and is the first negative power f_1 from the screen side of projection display equipment.

[Negative] It consists of a lens group G1 which has Power, two lens groups of the lens group G2 which has positive power (Positive Power), and prism the color separation / block for composition which consists of cementation of many prism (Prism).

[0056] Therefore, in consideration of color separation / prism block for composition, layout of a projection lens must be made from the time of layout of a projection lens. Since it is generally effective in contracting the length of back focal length (Back Focal Length) so that the refractive index of a prism block becomes high, magnitude of a projection lens can be made small. Therefore, it becomes easy to amend spherical aberration and the aberration outside a shaft (Off-axial aberrations). moreover, the thing for which the difference of the refractive index according to wavelength uses the prism block of little low distribution glass (Glass) construction material -- R, G, and B -- the vertical chromatic aberration of the projection lens resulting from being three optical bulbs expressing each three primary colors -- it can contract -- this -- following -- R, G, and B -- it is advantageous to amendment of the color scale factor of each image.

[0057] Therefore, the RIFURAKKUTIBU index (refractive index) N_{dp} and the Abbe number (Abbe number) V_{dp} of the color separation / prism block for composition of a projection lens by this invention satisfy a degree.

$N_{dp} > 1.64V_{dp} <$ -- the case of the projection display equipment using 33.03 optical bulbs -- R, G, and B -- since it is mutually-independent-like [each panel (Pannel)], the distance of each back focal length classified by wavelength (back focal length) performs other zoom lens (zooming lens) designs mutually. A color scale factor and the MTF engine performance are improvable with this.

[0058] It is as follows if the operation gestalt of the projection lens with which are satisfied of the above conditions is mentioned.

[0059] A table 1 is a table having shown the 1st operation gestalt over drawing 2, and drawing 3 is a

graph which shows the analysis result of MTF by the 1st operation gestalt of a table 1.

[A table 1]

	半径	厚さ	Nd	Vd
対象:	無限大	940.000000		
1:	78.70764	9.000000	1.632000	57.1000
	非球面:			
K :	2.215449			
A : -0.0344105-08	B : 0.1255425-08	C : -0.0541255-12	D : 0.2120705-15	
2:	57.29445	23.700000	,	
	非球面:			
K :	0.053179			
A : -0.5452305-08	B : 0.5533475-08	C : -0.2140195-11	D : -0.2963225-15	
3:	128.68027	5.000000	1.753199	27.5303
4:	31.48412	12.421935		
5:	-180.00000	5.000000	1.563659	60.4301
6:	180.00000	6.519226		
7:	-61.01801	13.000000	1.603420	58.0299
8:	-29.34008	4.000000	1.744002	44.7200
9:	-65.37559	11.000000		
10:	364.63158	12.384505	1.603420	58.0299
11:	-68.45970	129.531359		
ストップ:	無限大	19.100000		
13:	850.00000	3.000000	1.716599	47.9611
14:	23.82295	10.000000	1.753199	27.5303
15:	-179.78647	8.500000		
16:	128.51533	13.000000	1.487429	70.4412
17:	-28.07725	2.200000	1.753199	27.5303
18:	42.15766	11.000000	1.487429	70.4412
19:	-79.86607	1.000000		
20:	71.42547	11.000000	1.603410	60.4944
21:	-61.40221	15.000000		
22:	無限大	1.000000	1.516799	64.1983
23:	無限大	1.500000		
24:	無限大	25.000000	1.647599	53.9482
25:	無限大	25.000000	1.647599	25.8236
26:	無限大	0.700000	1.516799	64.1983
27:	無限大	5.0		
28:	無限大	1.100000	1.516799	64.1983
29:	無限大	0.000000		

[0060] Then, the 1st operation gestalt is satisfied with effective-focal-distance $F_1=69.06$ of effective-focal-distance $F=11.499$ of 80 field angles and a whole lens, and G1 lens group, effective-focal-distance $F_2=57.23$ of G2 lens group, and rear-face focal distance $BFL=54.55$ of the tele cent rucksack conditions in which the field angle of the wide angle of 60 degrees or more, and the long rear-face focal distance of $BFL/F=4.7$ and the chief ray of the outermost angle field carry out incidence at right angles to an optical bulb side.

[0061] With a table 1, for the panel of each R and G, and B3 color, and color separation/composition, the thickness of a field 27 set the zoom location of three pieces, and set distance to optical components to 5.002mm, 5.0mm, and 5.0205mm respectively.

[0062] Drawing 3 is CODE about MTF (Modulation Transfer Function) to 40 linepair/mm special frequency (spatial frequency). It is the result of analyzing by V (lens layout software on ORA). In connection with this, 40% or more of MTF was able to be obtained by 40 linepair(s)/mm to all the fields (Field).

[0063] A table 2 is a table having shown the 2nd operation gestalt over drawing 2 , drawing 4 is the

drawing which expressed the layout of the table 2 by the 2nd operation gestalt of a table 2 with the beam of light, and drawing 5 is the graph which showed the analysis result of MTF by the 2nd operation gestalt of a table 2.

[0064] Then, as for the operation gestalt of a table 2, the vertical incidence to the optical bulb side in the field angle of the wide angle of 60 degrees or more, and the long rear-face focal distance of $BFL/F=2.8$ and the chief ray of the outermost angle field is satisfied with effective-focal-distance $F=14.99$ of 66 field angles and a whole lens, effective-focal-distance $F1=-151.59$ of G1 lens group, effective-focal-distance $F2=42.815$ of G2 lens group, and rear-face focal distance $BFL=42.242$ of tele cent rucksack conditions.

[0065] The thickness of the field 27 of a table 2 set the zoom location of three pieces, and set respectively distance to each R and G, B3 color panel, and the optical components for color separation/composition to 2.48016mm, 2.5mm, and 2.54487mm.

[A table 2]

	半 径	厚さ	Nd	Vd
対象:	無限大	450.00000		
1:	70.11788	3.80000	1.492000	57.1000
	非球面:			
K :	4.962903			
A : 0.922803E-05	B : -223740E-08	C : 0.000000E+00	D : 0.000000E+00	
2:	27.04569	11.138420		
	非球面:			
K :	-1.101840			
A : 0.142531E-04	B : 0.173110E-07	C : 0.000000E+00	D : 0.000000E+00	
3:	98.74432	2.60000	1.589128	61.2528
4:	35.77401	9.830264		
5:	-31.29862	2.80000	1.755199	27.5305
6:	57.48116	4.383723		
7:	220.74214	8.773917	1.603419	38.0106
8:	-44.24024	0.200000		
9:	113.26585	9.423619	1.581439	40.8907
10:	-55.00318	81.353305		
ストップ:	無限大	10.715958		
11:	-127.00208	2.800000	1.716966	47.0611
12:	19.19043	8.979876	1.755199	27.5305
13:	-66.44009	7.548979		
14:	133.11477	7.792129	1.487489	70.4412
15:	-21.06304	2.300000	1.755199	27.5302
16:	38.99451	8.488305	1.487489	70.4412
17:	-44.24024	0.200000		
18:	55.00318	8.698881	1.603110	60.6946
19:	-55.00318	5.000000		
20:	無限大	1.000000	1.516798	64.1983
21:	無限大	1.000000		
22:	無限大	1.000000	1.516798	64.1983
23:	無限大	1.000000	1.516798	64.1983
24:	無限大	1.500000	1.550000	60.0000
25:	無限大	85.200000	1.846552	23.8256
26:	無限大	0.700000	1.516798	64.1983
27:	無限大	2.500000		
28:	無限大	1.100000	1.516798	64.1983
DMC:	無限大	0.000000		

[0066] Drawing 5 is the result of analyzing MTF (Modulation Transfer Function) to 40 linepair/mm special frequency by CODE V (lens layout software on ORA). In connection with this, 40% or more of MTF was able to be obtained by 40 linepair(s)/mm to all the fields (Field).

[0067] A table 3 is a table having shown the 3rd operation gestalt over drawing 2.

[A table 3]

半径	厚さ	Nd	Vd
対象: 無限大	660.00000		
1: 185.65848	7.80000	1.492000	57.1000
非球面:			
I : 3.300474			
A : 0.393322E-06	B : -1.298611E-09	C : -7.761463E-14	D : -1.116985E-17
2: 97.40266	4.600000		
非球面:			
I : -9.289157			
A : -569233E-06	B : 0.898122E-10	C : -1.172015E-13	D : -1.167674E-17
3: 405.91275	3.200000	1.755199	27.5305
4: 87.34872	21.727393	1.516798	64.1983
5: -224.06248	6.693099		
6: 46.96371	2.600000	1.744002	44.7200
7: 15.25943E	13.165295		
8: -28.05156	1.800000	1.744002	44.7200
9: 28.05156	10.800000	1.603419	38.0106
10: -78.48251	9.730251		
11: 105.65120	7.200000	1.698944	30.0506
12: -105.65120	53.851551		
ストップ: 無限大	18.408348		
14: -152.25700	3.800000	1.716998	47.9611
15: 17.49745	9.494726	1.755199	27.5305
16: -68.98429	4.537613		
17: 108.45537	8.847337	1.487489	70.4412
18: -19.79304	3.500000	1.755199	27.5305
19: 33.97477	5.717237	1.487489	70.4412
20: -60.44431	0.400000		
21: 65.78502	9.401784	1.623110	60.6946
22: -42.17616	14.000000		
23: 無限大	1.000000	1.516798	64.1983
24: 無限大	1.500000		
25: 無限大	28.800000	1.647689	33.8482
26: 無限大	25.900000	1.546553	33.8355
27: 無限大	0.700000	1.516798	64.1983
28: 無限大	2.484934		
> 29: 無限大	1.100000	1.516798	64.1983
IM0: 無限大	0.000000		

[0068] The operation gestalt of a table 3 is satisfied with effective-focal-distance F1=-46.4 of effective-focal-distance F-12.172 of 76.2 field angles and a whole lens, and G1 lens group, effective-focal-distance F2=44.61 of G2 lens group, and rear-face focal distance BFL=51.257 of the tele cent rucksack conditions in which the field angle of the wide angle of 60 degrees or more, and the long rear-face focal distance of BFL/F=4.2 and the chief ray of the outermost angle field carry out incidence at right angles to an optical bulb side.

[0069] A table 4 is a table showing the 4th operation gestalt over drawing 2.

[A table 4]

半径	厚さ	Nd	Vd
対象: 無限大	550.000000		
1: 54.12247	3.800000	1.492000	57.1000
非球面:			
E : 1.573351			
A : 0.874809E-05 B : -1.106946E-08 C : 0.000000E+00 D : 0.000000E+00			
2: 28.89368	12.425458		
非球面:			
E : -2.987558			
A : 0.195195E-04 B : 0.428595E-08 C : 0.000000E+00 D : 0.000000E+00			
3: 128.80707	2.800000	1.747000	47.1023
4: 30.19730	15.338375		
5: 93.37002	2.600000	1.744000	44.7000
6: 34.96475	13.233637		
7: -30.84190	2.800000	1.572455	63.0503
8: -59.98418	1.159447		
9: 2514.57747	5.073154	1.582528	41.0162
10: -70.48657	0.294607		
11: -2391.23133	4.838323	1.673148	55.5369
12: -71.06259	64.000000		
ストップ: 無限大	11.975729		
14: -135.05069	2.800000	1.715998	47.9511
15: 20.27637	9.751138	1.755199	27.5305
16: -64.36001	6.181027		
17: 268.88143	8.609738	1.487480	70.4412
18: -21.03460	2.900000	1.765198	27.5302
19: 42.95067	8.702758	1.487480	70.4412
20: -67.59450	0.100000		
21: -1291.34473	4.176773	1.515798	64.1983
22: -113.15583	0.100000		
23: 89.76361	8.998417	1.678168	62.2898
24: -47.78363	15.000000		
25: 無限大	1.000000	1.515798	64.1983
26: 無限大	1.600000		
27: 無限大	31.300000	1.647689	33.8482
28: 無限大	25.900000	1.846332	23.6256
29: 無限大	0.700000	1.515798	64.1983
30: 無限大	2.500000		
31: 無限大	1.100000	1.515798.541933	
IMG: 無限大	0.000000		

[0070] The operation gestalt of a table 4 is satisfied with effective-focal-distance $F1=-53.269$ of effective-focal-distance $F=12.217$ of 79.7 field angles and a whole lens, and G1 lens group, effective-focal-distance $F2=47.65$ of G2 lens group, and rear-face focal distance $BFL=53.89$ of the tele cent rucksack conditions in which the field angle of the wide angle of 60 degrees or more, and the long rear-face focal distance of $BFL/F=4.4$ and the chief ray of the outermost angle field carry out incidence at right angles to an optical bulb side.

[0071] A table 5 is a table showing the 5th operation gestalt over drawing 2.

[A table 5]

半径	厚さ	Nd	Vd
対象: 無限大	532.006748		
1: 75.08456	9.500000	1.493000	57.1000
非球面:			
R : 2.905907			
A : 0.186883E-05	B : -4.35502E-09	C : 0.000000E+00	D : 0.000000E+00
2: 30.59247	11.144833		
非球面:			
R : -2.302708			
A : 0.735731E-05	B : -7.23376E-09	C : 0.000000E+00	D : 0.000000E+00
3: 98.80368	12.000000	1.566707	45.6381
4: -75.09012	2.000000	1.755196	27.5302
5: -450.84463	1.266914		
6: 94.89034	2.600000	1.744000	44.7000
7: 17.75563	9.911742		
8: -38.83773	8.800000	1.657334	45.4544
9: -16.12728	2.600000	1.744000	44.7000
10: -163.58055	1.547785		
11: 150.02998	8.800000	1.623381	40.8084
12: -40.58371	58.604456		
ストップ:			
13: 無限大	9.867715		
14: 1528.64737	2.800000	1.716996	47.9611
15: 17.76734	8.655699	1.755199	27.5305
16: -100.02345	10.903666		
17: 268.30257	7.473830	1.487489	70.4412
18: -20.40146	3.200000	1.755198	27.5302
19: 37.08064	9.102068	1.487489	70.4412
20: -45.75565	0.100000		
21: 59.53484	8.740083	1.603110	60.6946
22: -49.64700	14.000000		
23: 無限大	1.000000	1.515795	64.1983
24: 無限大	1.500000		
25: 無限大	27.000000	1.547689	33.8482
26: 無限大	27.000000	1.848562	33.8255
27: 無限大	0.700000	1.515795	64.1983
28: 無限大	2.500000		
29: 無限大	1.100000	1.515795	64.1983
IMG: 無限大	0.000000		

[0072] The operation gestalt of a table 5 is satisfied with effective-focal-distance F1=-34.071 of effective-focal-distance F-11.195 of 80.8 field angles and a whole lens, and G1 lens group, effective-focal-distance F2=45.773 of G2 lens group, and rear-face focal distance BFL=50.75 of the tele cent rucksack conditions in which the field angle of the wide angle of 60 degrees or more, and the long rear-face focal distance of BFL/F=4.5 and the chief ray of the outermost angle field carry out incidence at right angles to an optical bulb side.

[0073] A table 6 is a table showing the 6th operation gestalt over drawing 2.

[A table 6]

	半径	厚さ	Nd	Vd
対象:	無限大	540.000000		
1:	73.54647	5.000000	1.492000	57.1000
非球面:				
K:	1.706666			
A:=-.5624082-06	B:0.186603E-03	C:=-.674529E-12	D:0.391503E-16	
2:	37.99018	17.000000		
非球面:				
K:	-0.032907			
A:=-.177733E-05	B:0.136095E-05	C:0.193460E-11	D:=-.194973E-14	
3:	無限大	6.665028		
4:	157.36255	5.000000	1.755199	27.5305
5:	28.58464	13.000000		
6:	-160.00000	5.000000	1.563899	50.5301
7:	160.00000	5.000000		
8:	-133.53410	13.000000	1.603420	38.0299
9:	-29.38439	4.000000	1.744002	44.7200
10:	-105.37172	11.000000		
11:	451.45177	13.000000	1.603420	38.0299
12:	-90.15704	150.000000		
トップ:	無限大	28.055		
14:	818.96841	3.000000	1.715998	67.9511
15:	24.30254	10.000000	1.755199	27.5305
16:	-154.10954	8.613891		
17:	103.71281	10.000000	1.487489	70.4412
18:	-29.27267	2.200000	1.755198	27.5302
19:	40.82757	8.486305	1.487489	70.4412
20:	-114.83730	0.100000		
21:	67.55347	11.000000	1.603110	50.5346
22:	-59.13650	15.000000		
23:	無限大	1.000000	1.515798	64.1983
24:	無限大	1.500000		
25:	無限大	28.800000	1.647689	33.8482
26:	無限大	25.900000	1.540653	23.8256
27:	無限大	0.700000	1.515798	64.1983
28:	無限大	5.00		
29:	無限大	1.100000	1.515798	64.1983
DG:	無限大	0.000000		

[0074] The operation gestalt of a table 6 is satisfied with effective-focal-distance $F_1=73.15$ of effective-focal-distance $F=11.555$ of 79.6 field angles and a whole lens, and G1 lens group, effective-focal-distance $F_2=57.702$ of G2 lens group, and rear-face focal distance $BFL=39.762$ of the tele cent rucksack conditions in which the field angle of the wide angle of 60 degrees or more, and the long rear-face focal distance of $BFL/F=3.4$ and the chief ray of the outermost angle field carry out incidence at right angles to an optical bulb side.

[0075] Thus, as tele cent rucksack layout is carried out and the engine performance of color separation / optic for composition is maintained highly, he is trying for this invention to decrease vertical chromatic aberration, having the field angle of 60 degrees or more, reducing the thickness of a projection TV (or monitor), securing a long rear-face focal distance, and arrangement of color separation / optic for composition becoming easy.

[0076] As mentioned above, although the desirable operation gestalt of this invention was explained, in this invention, various change, modification, and the activity of an equal object are possible. This invention is clear in transforming said operation gestalt appropriately and being able to apply it identically. Therefore, said written content does not limit the range of this invention decided by the limit of a claim.

[0077]

[Effect of the Invention] As mentioned above, the projection lens of the projection display equipment by this invention carries out tele cent rucksack layout, and as explained in full detail, as the engine performance of color separation / optic for composition is maintained highly, it does so the effect that vertical chromatic aberration can be decreased, it having the field angle of 60 degrees or more, reducing the thickness of a projection TV (or monitor), securing a long rear face focal distance, and making easy arrangement of color separation / optic for composition.

[0078] Moreover, the projection lens which satisfies such conditions although the projection lens of very short projector distance is needed in order to minimize the depth of a projection TV or a monitor requires a large field angle (field angle) relatively. Therefore, the projection lens by invention can satisfy the resolution whose field angle is the requirement of the conventional projection lens despite 60 degrees or more etc., distortion, a color scale factor, a circumference quantity of light ratio, etc., and sets a reflecting mirror inside a lens, and the effect which it not only minimized the height of a whole set, but can make focus control very convenient by adjustment of only a back group lens group simply as can bend the lens itself also does it so.

[0079] Moreover, although resolution is a basic index which shows focusing and the contrast (Contrast) engine performance of various lenses, it is the quantitative expression of the engine-performance index which must express the engine performance of an image like the maximum originally in the process which carries out amplification projection and maps the image of arbitration through a lens. therefore, the projection lens by this invention -- the optical bulb of SXGA0.7inch -- using it -- an aim -- resolution -- there is also the advantage to which 40 linepair/mmMTF value satisfies with a center 60% or more, and satisfies 40% or more of engine performance on the outskirts with the numerical expression of a value.

[0080] Moreover, in order to carry out the maximum maintenance of the engine performance of optics, such as PBS and a dichroic filter (Dichroic filter), tele cent rucksack optics needs to be designed. That is, a main light of all the fields that carry out incidence to a lens must be parallel. Therefore, the location of an entrance pupil (enterance pupil) must be infinite. Therefore, the effect which this invention embodied the tele cent rucksack layout to which such conditions are satisfied, and embodied the projection lens which maintains the engine performance of color separation / synthetic optic to the maximum extent comes to be acquired.

[0081] Moreover, this invention makes suitable power allocation of the back group of a lens, and a pre-group so that color separation / synthetic system can be arranged, and it has the effect which secured the back focal length (back focal length) of 80mm or more.

[0082] moreover, this invention -- R, G, and B of 3 board type projection equipment -- in consideration of the point that each panel is adjusted in mutually-independent, the distance of each back focal length classified by wavelength performs other zoom lens designs (zooming lens design) mutually, and is effective in a color scale factor and the MTF engine performance being improvable with this.

[0083] Moreover, although the wide-angle lens (wide angle lens) has the very low circumference quantity of light ratio, even if there is no separate structural processing, the effect that 80% or more of high circumference quantity of light ratio is maintainable also comes to do so the projection lens by this invention.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any
damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
 - 2.**** shows the word which can not be translated.
 - 3.In the drawings, any words are not translated.
-

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The block block diagram of common projection display equipment.

[Drawing 2] The drawing in which 1 actual gestalt of the projection lens of the projection display equipment by this invention is shown.

[Drawing 3] The graph which shows the analysis result of MTF by the 1st operation gestalt of a table 1.

[Drawing 4] The drawing which expressed the layout by the 2nd operation gestalt of a table 2 with the beam of light.

[Drawing 5] The graph which shows the analysis result of MTF by the 2nd operation gestalt of a table 2.

[Drawing 6] The drawing in which other operation gestalten of the projection lens of the projection display equipment by this invention are shown.

[Description of Notations]

11 Light Source

13 Illumination-Light Study System

22 Optical Bulb

21 Color Separation / Synthetic System

31 Projection Lens

G1 The 1st lens group

G2 The 2nd lens group

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-57540

(P2003-57540A)

(43)公開日 平成15年2月26日 (2003.2.26)

(51)Int.Cl.
G 0 2 B 13/04
13/18
17/08
19/00
G 0 3 B 21/14

識別記号

F I
G 0 2 B 13/04
13/18
17/08
19/00
G 0 3 B 21/14

マークート(参考)
D 2 H 0 5 2
2 H 0 8 7
Z 5 C 0 5 8
Z

審査請求 有 請求項の数16 O.L (全 16 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2001-332245(P2001-332245)
(22)出願日 平成13年10月30日 (2001.10.30)
(31)優先権主張番号 2001-45373
(32)優先日 平成13年7月27日 (2001.7.27)
(33)優先権主張国 韓国 (K.R.)

(71)出願人 591003770
三星電機株式会社
大韓民国京畿道水原市八達区梅灘3洞314
番地
(72)発明者 金東河
大韓民国、京畿道水原市八達区梅灘3洞
314番地三星電機株式会社内
(72)発明者 朴鍾鳴
大韓民国、京畿道安養市東安区坪村洞草原
アパートメント707棟705号
(74)代理人 100058479
弁理士 鈴江 武彦 (外4名)

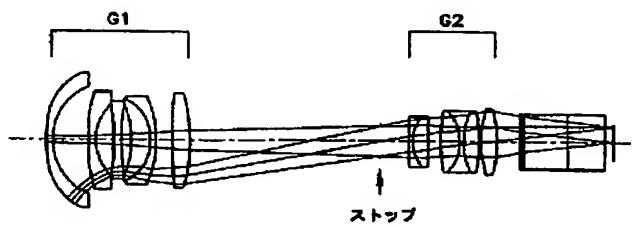
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズ

(57)【要約】

【課題】プロジェクション・テレビの厚さを減らし、色分離/合成用光学部品の配置を容易にし、縦色収差を減少させるプロジェクションレンズを提供する。

【解決手段】プロジェクションディスプレイ装置のスクリーン側から最初のネガティブパワーを有する第1レンズ群と、ポジティブパワーを有する第2レンズ群と、第1レンズ群と第2レンズ群との間に開口絞りを位置させ、第1レンズ群は少なくとも1つ以上の非球面レンズエレメントと少なくとも3つ以上の球面レンズエレメントを含み、第1レンズ群のスクリーン反対側の最も端にあるレンズエレメントはポジティブパワーを有するようになり、第2レンズ群は3個のレンズエレメントの接合からなる3接合レンズを含み、3接合レンズからスクリーン反対側に少なくとも1つ以上のポジティブパワーを有するレンズエレメントを含んでプロジェクションレンズを構成する。



(2)

2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光源、照明光学系、光バルブ、色分離／合成系、プロジェクションレンズを具備したプロジェクションディスプレイ装置において、

前記プロジェクションディスプレイ装置のスクリーン側から最初のネガティブパワーを有する第1レンズ群と、ポジティブパワーを有する第2レンズ群と、

前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間に開口絞りを位置させ、

前記第1レンズ群の有効焦点距離を f_1 、前記第2レンズ群の有効焦点距離を f_2 、全体レンズの有効焦点距離を f 、後面焦点距離を $b_f 1$ 、2つのレンズ群間の距離を d とするとき、次の条件、

$$\begin{aligned} (1) \quad -5.4 &< d/f_1 & < -0.2 \\ (2) \quad 0.4 &< d/f_2 & < 5.1 \\ (3) \quad 2.8 &< b_f 1/f & < 7.8 \end{aligned}$$

を満足させるようにし、

前記第1レンズ群は、少なくとも1つ以上の非球面レンズエレメントと少なくとも3以上の球面レンズエレメントを含み、前記第1レンズ群のスクリーン反対側の最端にあるレンズエレメントはポジティブパワーを有するようにし、

前記第2レンズ群は、3個のレンズエレメントの接合からなる3接合レンズを含み、前記3接合レンズからスクリーン反対側に少なくとも1つ以上のポジティブパワーを有するレンズエレメントを含み、前記プロジェクションレンズを構成することを特徴とするプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズ。

【請求項 2】 前記第1レンズ群の非球面レンズエレメントは、少なくとも1面以上が非球面になるようにすることを特徴とする請求項1に記載のプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズ。

【請求項 3】 前記第1レンズ群の非球面レンズエレメントは、スクリーン側から考慮して最も前方に位置するようすることを特徴とする請求項1に記載のプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズ。

【請求項 4】 前記第2レンズ群の3接合レンズは、ポジティブオプティカルパワーを有するようにすることを特徴とする請求項1に記載のプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズ。

【請求項 5】 前記第2レンズ群の3接合レンズは、中央のレンズがネガティブオプティカルパワーを有するようにし、他の2レンズは、ポジティブオプティカルパワーを有するようにすることを特徴とする請求項1に記載のプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズ。

【請求項 6】 前記第2レンズ群の3接合レンズは、中央のレンズの屈折率 N_{dc} と他の2レンズの屈折率 N_{ds} が次の条件、

$$|N_{dc} - N_{ds}| > 0.16$$

を満足させるようにすることを特徴とする請求項5に記載のプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズ。

【請求項 7】 前記第2レンズ群の3接合レンズは、中央のレンズのアッペ数 V_{dc} と他の2レンズのアッペ数 V_{ds} が次の条件、

$$|V_{dc} - V_{ds}| > 2.3$$

を満足させるようにすることを特徴とする請求項5に記載のプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズ。

【請求項 8】 前記第2レンズ群の3接合レンズは、中央のレンズがポジティブオプティカルパワーを有し、他の2レンズがネガティブオプティカルパワーを有するようにすることを特徴とする請求項1に記載のプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズ。

【請求項 9】 前記プロジェクションレンズは、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間に反射鏡をさらに含んで構成し、前記反射鏡は、前記第1レンズ群と開口絞りとの間に位置するようにして前記反射鏡により前記

プロジェクションレンズ内部で光経路を変えることができるようすることを特徴とする請求項1に記載のプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズ。

【請求項 10】 前記反射鏡は、前記反射鏡の入射主光線と反射主光線とのなす角度 t_h は、次の条件、

$$45^\circ < t_h < 90^\circ$$

を満足することを特徴とする請求項9に記載のプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズ。

【請求項 11】 前記プロジェクションレンズは、前記プロジェクションレンズ(31)と前記光バルブ(22)に多数のプリズムを追加して接合させ、前記プロジェクションレンズ(31)と前記光バルブ(22)と多数のプリズムの接合からなる色分離／合成用プリズムブロックをさらに含んで構成することを特徴とする請求項1に記載のプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズ。

【請求項 12】 前記プリズムブロックは、前記プリズムブロックのリフラクティブインデックス N_{dp} とアッペ数 V_{dp} が次の条件、

$$N_{dp} > 1.64$$

$$V_{dp} < 33.0$$

を満足せることを特徴とする請求項11に記載のプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズ。

【請求項 13】 前記プロジェクションレンズは、1%以下のディストーションを有するようにすることを特徴とする請求項1に記載のプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズ。

【請求項 14】 前記プロジェクションレンズは、84%以上の周辺光量比を有するようにすることを特徴とす

(3)

3

る請求項1に記載のプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズ。

【請求項15】前記プロジェクションレンズは、66度以上の画角を有するようにすることを特徴とする請求項1に記載のプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズ。

【請求項16】前記プロジェクションレンズは、前記第1レンズ群と光バルブとの間の距離を固定し、前記第2レンズ群を前後に動かしてフォーカシングを調節するようにすることを特徴とする請求項1に記載のプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、プロジェクションディスプレイ装置に関するもので、特に、60度以上の画角を有し、プロジェクションTV（又はモニタ）を薄くし、長い後面焦点距離を確保して色分離／合成用の光学部品の配置を容易にしつつ、テレセントリック（Tele centric）設計をして、色分離／合成用の光学部品の性能が高く維持されるようにし、縦色収差を減少させるようにしたプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】一般的に、現代人は、個人的に余暇やレクリエーションを楽しもうという指向が強く、個人の自由空間で映画やその他の映像物を視聴しようという指向が強まっている。このような指向に応じて、映像のディスプレイ装置等の画面又はスクリーンが大型化される趨勢にある。

【0003】このような画面又はスクリーンの大型化の趨勢に合せて、最近、開発された技術が映写機の概念が導入されたプロジェクション技術を利用したデータプロジェクタ、プロジェクション・テレビ、プロジェクションモニタ等であって、これに使われるプロジェクションディスプレイ装置を図1を参照して説明すると、次のとおりである。

【0004】そして、最近、ディスプレイが大型化されるのに伴って、プロジェクション方法を利用してディスプレイシステムを構成する背面投射型TV（又はモニタ）の開発が活発になっている。背面投射型TV（又はモニタ）は、画面の大型化だけでなく、厚さの最薄化などを含んだシステムの最小化、最小画素数の増加と光量増加、照明の均一度の増加などに伴う高画質化が要求されている。

【0005】図1において、参照符号11は、超高圧水銀ランプ（Light source）である光源であり、12は反射鏡であり、13はイルミネーションオプティック（illumination optic）である。また、参照符号21は偏光ビームスプリッタ（Polarized Beam Splitter, PBS）で、22は反射型光バルブ（imager）であり、31はプロジェクションレンズで、32はスクリーンである。

4

プロジェクションレンズで、32はスクリーンである。

【0006】超高圧水銀ランプ11は、プロジェクションディスプレイ装置の光源として、超高圧水銀ランプ11で出る光の量によってプロジェクションディスプレイ装置の明るさが決まる。

【0007】超高圧水銀ランプ11からの光は、反射鏡12から反射され、イルミネーションオプティック13を通過するようになる。イルミネーションオプティック13は、超高圧水銀ランプ11からの光を均一で平行光に近くなるようにし、最大限の効率を有し、光バルブ22に集束されるようになる。このとき、使われるイルミネーションオプティック13は、光トンネル（Light tunnel）、光パイプ（light pipe）又はフライアイレンズ（Fly-eye lens）を使用する。

【0008】ここで、光パイプを使用する理由は、ランプから出る光において、広義のインテンシティ（intensity）が均一でなく、光軸方向での光の強度は強く、光軸で遠ざかるほど光の強度はますます弱くなるためである。こうした光がLCDに反射されて出てくると、スクリーンでイメージの明るさが均一でなくなる。従って、ランプから出る均一でない光を可能な限り最大限に均一化させるため、光パイプを使用する。

【0009】偏光ビームスプリッタ21を通過して反射型光バルブ22に入射される光は、光バルブ（imager）信号によって変調されて、バックプレーン（back plane）で反射される。そして、プロジェクションレンズ31によりスクリーン32で拡大投射される。

【0010】このとき、使用されるプロジェクションレンズ31は、プロジェクション・テレビ又はモニタの厚さを最薄化するため、非常に短い投射距離が必要とされる。即ち、画角（Field of View）の大きいプロジェクションレンズが要求されるようになるのである。また、最小の画素数の増加と光バルブにおける全体の有効である大きさの減少で高い分解能を有する高性能プロジェクションレンズが要求されている。プロジェクションシステムの光量と照明の均一度は、照明系の性能に大きく左右されるが、照明系の性能に合せて比較的低いFナンバー（f/3.5以下）と高い周辺光量比（80%以上）を有するプロジェクションレンズが必要になる。

【0011】また、プロジェクションディスプレイ装置は、照明光を生成する照明系の光経路とプロジェクションレンズ31の光経路の軸を変更するため、又は色分離／合成のため、偏光プリズムや色フィルタをプロジェクションレンズと光バルブとの間に配置する。こうした光部品の配置でプロジェクションレンズは、充分に長い後面焦点距離を設けなければならない。

【0012】さらに、偏光プリズムや色フィルタなどは、光学コーティングで性能を具現するが、こうした光学コーティングは、入射面と入射光がなす角に従って性能の変化が大きい。

(4)

5

【0013】従って、こうした光部品に入射する各フィールドの主光線の入射角が光バルブに垂直に入射されるようにしてはじめて、各フィールド別の光学性能の低下が防止できる。このような条件を満足させるためには、プロジェクションレンズがテレセントリックしなければならない。

【0014】プロジェクションレンズ31の縦色収差は、プロジェクションディスプレイ装置でR, G, B3色のミスコンバージェンス(Misconvergence)で示されるようになるが、このようなミスコンバージェンスが大きくなると、1つの白い線がR, G, B3線の区別が可能となる。即ち、ミスコンバージェンスが大きければ、画質が低下する問題を発生させる。文字を多く表示するモニタ用として使用する場合は、このようなミスコンバージェンス問題は深刻であって、結局、プロジェクションレンズが縦色収差をたいへん小さくするように具現しなければならない。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来では、このようなプロジェクションディスプレイ装置でプロジェクションレンズが満足させなければならない性能をすべて満足できるレンズは具現されていなかった。

【0016】また、プロジェクションディスプレイ装置でプロジェクションレンズが満足させなければならない性能のうち、どれか1つの性能を満足したり、部分的な性能を満足したりするプロジェクションレンズは、比較的容易に具現が可能であるが、あらゆる性能を満足することのできるプロジェクションレンズの具現は難しい。特に、60度以上の広角の画角を有し、後面焦点距離が長いながらもテレセントリックなプロジェクションレンズが理想の様々な性能を満足するほど、具現するのは容易ではない、という問題があった。

【0017】本発明は上記のような従来技術の問題点を解決するためになされたもので、その目的は、大画面、最小の厚さ、高画質プロジェクションシステムに必要な性能条件を満足させながらも、長い後面焦点距離を有して広角のテレセントリックプロジェクションレンズを具現できるプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズを提供することにある。

【0018】また、本発明の他の目的は、60度以上の画角を有し、プロジェクション・テレビ(又はモニタ)を薄くし、長い後面焦点距離を確保して、色分離/合成用光学部品の配置を容易にしつつ、テレセントリック設計をして色分離/合成用光学部品の性能が高く維持されるようにして縦色収差を減少させることができるプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズを提供することにある。

【0019】加えて、本発明の他の目的は、画角(Field of view)が60度以上で、BFL/F > 2.8を満足させて後面焦点距離が充分に長くなるようにしつつ、

6

各フィールド(Field)の主光線が物体面に垂直入射するテレセントリック(Telecentric)を満足し、光バルブの最小画素によって決まるナイキスト周波数(Nyquist frequency)でMTF(Modulation Transfer Function)が最外角フィールドでも40%以上になる高分解能を有し、歪曲収差(Distortion)が1%以内で色倍率が小さく、画面全体の均一な明るさのため周辺の光量比が85%以上であるプロジェクションレンズを具現できるプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズを提供することにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決する本発明は、光源、照明光学系、光バルブ、色分離/合成系、プロジェクションレンズを具備したプロジェクションディスプレイ装置において、前記プロジェクションディスプレイ装置のスクリーン側から最初のネガティブパワーを有する第1レンズ群と、ポジティブパワーを有する第2レンズ群と、前記第1レンズ群と前記第2レンズ群との間に開口絞りを位置させ、前記第1レンズ群の有効焦点距離をf1、前記第2レンズ群の有効焦点距離をf2、全体レンズの有効焦点距離をf、後面焦点距離をbf1、2つのレンズ群間の距離をdとするとき、次の条件、

- (1) -5.4 < d/f1 < -0.2
- (2) 0.4 < d/f2 < 5.1
- (3) 2.8 < bf1/f < 7.8

を満足させるようにし、前記第1レンズ群は、少なくとも1つ以上の非球面レンズエレメントと少なくとも3以上の球面レンズエレメントを含み、前記第1レンズ群のスクリーン反対側の最端にあるレンズエレメントはポジティブパワーを有するようにし、前記第2レンズ群は、3個のレンズエレメントの接合からなる3接合レンズを含み、前記3接合レンズからスクリーン反対側に少なくとも1つ以上のポジティブパワーを有するレンズエレメントを含み、前記プロジェクションレンズを構成することを特徴とする。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、前記のような本発明のプロジェクションディスプレイ装置におけるプロジェクションレンズの技術的思想に伴う一実施形態を、図面を参照して説明すると、次のとおりである。

【0022】図2は、本発明によるプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズの一実施形態を示した図面で、図6は本発明によるプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズの他の実施形態を示した図面である。

【0023】これに示したとおり、光源11、照明光学系13、光バルブ(imager)22、色分離/合成系21、プロジェクションレンズ31を具備したプロジェクションディスプレイ装置において、前記プロジェクショ

(5)

7

ンディスプレイ装置のスクリーン側から始まり、ネガティブパワーを有する第1レンズ群G1と、ポジティブパワーを有する第2レンズ群G2と、前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2との間に開口絞り(Aperture Stop)を位置させ、前記第1レンズ群G1の有効焦点距離をf1、前記第2レンズ群G2の有効焦点距離をf2、全体レンズの有効焦点距離をf、後面焦点距離をbf1、2つのレンズ群間の距離をdとするとき、次の条件、

- $$(1) -5.4 < d/f_1 < -0.2$$
- $$(2) 0.4 < d/f_2 < 5.1$$
- $$(3) 2.8 < b f_1/f < 7.8$$

を満足させるようにし、前記第1レンズ群G1は、少なくとも1つ以上の非球面レンズエレメント(lens element)と少なくとも3つ以上の球面レンズエレメントを含んでいる。前記第1レンズ群G1のスクリーン反対側の最も端にあるレンズエレメントは、ポジティブパワー(Positive power)を持つよう正在している。前記第2レンズ群G2は、3個のレンズエレメントの接合からなる3接合レンズ(Cemented Triplet Lens)を含み、前記3接合レンズからスクリーン反対側に少なくとも1つ以上のポジティブパワーを有するレンズエレメントを含んで前記プロジェクションレンズを構成する。

【0024】前記第1レンズ群G1の非球面レンズエレメントは、少なくとも1面以上の非球面になるようにする。

【0025】前記第1レンズ群G1の非球面レンズエレメントは、スクリーン側から考慮して最も前側に位置させる。

【0026】前記第2レンズ群G2の3接合レンズは、ポジティブオプティカルパワー(positive optical power)を有するようにする。

【0027】前記第2レンズ群G2の3接合レンズは、中央のレンズがネガティブオプティカルパワー(negative optical power)を有するようにし、他の2レンズは、ポジティブオプティカルパワーを有するようにする。

【0028】前記第2レンズ群G2の3接合レンズは、中央のレンズの屈折率(refractive index)Ndcと他の2レンズの屈折率(refractive index)Ndsが次の条件、

$$|N_{dc} - N_{ds}| > 0.16$$

を満足させるようにする。

【0029】前記第2レンズ群G2の3接合レンズは、中央のレンズのアッベ数(Abbe number)Vdcと他の2レンズのアッベ数(Abbe number)Vdsが次の条件、

$$|V_{dc} - V_{ds}| > 23$$

を満足させるようにする。

【0030】前記第2レンズ群G2の3接合レンズは、

8

中央のレンズがポジティブオプティカルパワーを有し、他の2レンズはネガティブオプティカルパワーを有するようとする。

【0031】前記プロジェクションレンズは、前記第1レンズ群G1と前記第2レンズ群G2との間に反射鏡をさらに含んで構成し、前記反射鏡は、前記第1レンズ群と開口絞りとの間に位置するようにして前記反射鏡によって前記プロジェクションレンズ内部で光経路を変えることができるようとする。

【0032】前記反射鏡は、前記反射鏡の入射主光線と反射主光線とのなす角度 t h |が次の条件、

$$45 < t h < 90$$

を満足するようとする。

【0033】前記プロジェクションレンズは、前記プロジェクションレンズ31と前記光バルブ22に多数のプリズムを追加で接合させ、前記プロジェクションレンズ31、前記光バルブ22、多数のプリズムの接合からなる色分離/合成用プリズムブロックをさらに含んで構成する。

【0034】前記プリズムブロックは、前記プリズムブロックの屈折率Ndpとアッベ数Vdpが次の条件、

$$N_{dp} > 1.64$$

$$V_{dp} < 33.0$$

を満足させるようとする。

【0035】前記プロジェクションレンズは、1%以下のディストーション(distortion)を有するようとする。

【0036】前記プロジェクションレンズは、84%以上の周辺光量比を有するようとする。

【0037】前記プロジェクションレンズは、66度以上の画角を有するようとする。

【0038】前記プロジェクションレンズは、前記第1レンズ群G1と光バルブ間の距離を固定し、前記第2レンズ群G2を前後に動かし、フォーカシングを調節するようとする。

【0039】このように構成された本発明によるプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズの動作を図面によって詳細に説明すれば、次のとおりである。

【0040】まず、本発明によるロングバックフォーカルレンジス(Long Back Focal Length)を有するワイドアングルテレセントリックプロジェクションレンズ(Wide angle Telecentric Projection Lens)は、光源と照明光学系、光バルブ(imager)、色分離/合成系、プロジェクションレンズを有するプロジェクションディスプレイ装置に使われるプロジェクションレンズとして、多数の画素で構成された映像表示装置に形成されたイメージ(image)を拡大投射して、大画面高画質の映像を表現する背面投射型プロジェクション・テレビ(又はモニタ)用プロジェクションレンズである。

(6)

9

【0041】そこで、図2のように、ネガティブパワー (Negative Power) を有するレンズ群G1とポジティブパワー (Positive Power) を有するレンズ群G2の2つのレンズ群とからなり、レンズ群G1とレンズ群G2との間に開口絞り (Aperture Stop) が位置する。G1レンズ群の有効焦点距離をf1、G2レンズ群の有効焦点距離をf2、全体レンズの有効焦点距離をf、後面焦点距離をbf1、2つのレンズ群間の距離をdとするとき、次の条件を満足する。

- (1) $-5.4 < d/f_1 < -0.2$
- (2) $0.4 < d/f_2 < 5.1$
- (3) $2.8 < b f_1 / f < 7.8$

最初の第1レンズ群G1は、少なくとも1つ以上の非球面レンズエレメント (lens element) と少なくとも3つ以上の球面レンズエレメントを含んでいる。第1レンズ群G1のスクリーン反対側の最も端にあるレンズエレメントは、ポジティブパワー (Positive power) を有する。

【0042】第2の第2レンズ群G2は、3個のレンズエレメントの接合からなる3接合レンズ (Cemented Triplet Lens) を含み、この3接合レンズからスクリーン反対側に少なくとも1つ以上のポジティブパワーを有するレンズエレメントを含まなければならない。

【0043】60度以上の広角の画角を有するようになると、対面湾曲と歪曲収差、縦色収差等、残余収差が余るようになるのだが、G1レンズ群に1つ以上の少なくとも1面が非球面であるプラスチック非球面レンズを配置して対面湾曲収差を満足するほど減らし、歪曲収差を1%以内に縮める。ここで非球面レンズは、加工時、精巧に削らなければならないのであって、ガラスを使用する場合、毎回削らなければならないが、金型でプラスチックを製作して使用すると、価格帶と作業工程の減少面で有利である。

【0044】プロジェクションディスプレイ装置は、非常に高いエネルギーの光源を使用するために温度変化が激しく、外部環境に伴う温度変化も重要視しなければならない。従って、グラスレンズ (Glass lens) に比べて温度に伴う性能変化が比較的激しいプラスチック非球面レンズは、温度変化の影響を最小化するため、できれば弱い屈折能を有するようにしなければならない。

【0045】また、レンズ射出時の均一な射出温度及び圧力を維持するために、中心部と周辺部の厚さ差を最小化しなければならない。

【0046】こうした条件を満足するために、最初の第1レンズ群G1の非球面レンズエレメントは、弱いネガティブオプティカルパワー (negative optical power) 又は弱いポジティブオプティカルパワー (positive optical power) を有する。

【0047】このとき、使用した非球面の方程式は、次の数式1のとおりである。

10

【数1】

$$z = \frac{y^2}{R + \sqrt{R^2 - (1+K)y^2}} + Ay^4 + By^6 + Cy^8 + Dy^{10}$$

【0048】ここで、zは光軸方向で、yは光軸方向と垂直である方向であり、Rはレンズ面の半径で、Kはコニック常数であり、A、B、C、Dは非球面係数である。

【0049】一般的にプロジェクションディスプレイ装置に使われる反射型液晶光バルブ (imager) は、R、G、Bそれぞれの3原色を表現する3個の光バルブを使用する。この3個の光バルブのイメージは、色分離/合成系により合成されてプロジェクションレンズを介して拡大投射される。このとき、プロジェクションレンズの縦色収差が大きいと、R、G、Bそれぞれのイメージの色倍率差によってスクリーン周辺部でのR、G、Bそれぞれのイメージ不一致が発生する。

【0050】従って、本発明によるプロジェクションレンズでは、G2レンズ群に3個のレンズを接合したトリプル接合レンズ (Triple Cemented Lens) を使用して縦色収差を縮めた。

【0051】トリプル接合レンズは、ポジティブオプティカルパワー (positive optical power) を有しており、中央のレンズがネガティブオプティカルパワーを有し、他の2レンズは、ポジティブオプティカルパワーを有する。そして、3接合レンズの中央のレンズの屈折率 (refractive index) Ndc と他の2レンズの屈折率 (refractive index) Nds が次を満足する。

$$|N_{dc} - N_{ds}| > 0.16$$

また、3接合レンズの中央のレンズのアッベ数 (Abbe number) Vdc と他の2レンズのアッベ数 (Abbe number) Vds は、次を満足する。

$$|V_{dc} - V_{ds}| > 23$$

また、G1レンズ群に開口絞り (Aperture Stop) に最も近いレンズは、量の屈折能を有するように配置して、G2レンズ群に開口絞りと最も遠いレンズは、量の屈折能を有するようにした。

【0052】一方、プロジェクションディスプレイ装置の大きさと厚さを最小化するために、図6のように、プロジェクションレンズの最初のレンズ群G1と第2レンズ群G2との間に反射鏡をおいてプロジェクションレンズ内部で光経路を変えることができる。即ち、反射鏡は、第1レンズ群と開口絞りとの間に位置するようにしてプロジェクションレンズ内部で光経路を変更できるようにする。

【0053】これによって、プロジェクションディスプレイ装置の奥行き (Depth) を減らすことができるようになる。また、プロジェクションレンズとスクリーンとの間に2個又は3個の鏡を使用するシステムに比べて調整が容易だけでなく、信頼性の面でも多くの長所を有し

(7)

11

ている。このとき、鏡の入射主光線と反射主光線がなす角度 t_h は、次を満足する。

$$45 < t_h < 90$$

また、図6のプロジェクションレンズのように、第1レンズ群G1と第2レンズ群G2との間に反射鏡をおいてプロジェクションレンズ内部で光経路を変えることができる構造のレンズは、プロジェクションディスプレイ装置に装着時、フォーカシング(focusing)のため、レンズを光軸に沿って前後に動かす場合、スクリーン上でイメージの位置が上下に従って動くようになるため、プロジェクションレンズは、レンズ群G2のみを前後に動かし、フォーカシング調節をすることができる。

【0054】反射型リキッドクリスタル光バルブ(Liquid crystal imager)を使用したプロジェクションディスプレイ装置は、照明光学系及び色分離／合成系がプロジェクションレンズと光バルブ間に位置する。

【0055】本発明のプロジェクションレンズは、光源11、照明光学系のイルミネーションオプティック13、光バルブ(imager)22、色分離／合成系の偏光ビームスプリッタ21、プロジェクションレンズ31を有するプロジェクションディスプレイ装置に使われてプロジェクションディスプレイ装置のスクリーン側から最初のネガティブパワー(Negative Power)を有するレンズ群G1とポジティブパワー(Positive Power)を有するレンズ群G2の2つのレンズ群と多数のプリズム(Prism)の接合で構成される色分離／合成用プリズムブロックとから構成されている。

【0056】そのため、プロジェクションレンズの設計時から色分離／合成用プリズムブロックを考慮して、プロジェクションレンズの設計がなされなければならぬ。一般的に、プリズムブロックの屈折率が高くなるほど

ど、バックフォーカルレンジス(Back Focal Length)の長さを縮める効果があるため、プロジェクションレンズの大きさを小さくすることができる。従って、球面収差及び軸外収差(Off-axial aberrations)を補正するのが容易になる。また、波長別の屈折率の差が少ない低分散グラス(Glass)材質のプリズムブロックを使用することによって、R, G, Bそれぞれの3原色を表現する3個の光バルブであることに起因するプロジェクションレンズの縦色収差を縮めることができ、これに伴いR, G, Bそれぞれのイメージの色倍率の補正に有利である。

【0057】従って、本発明によるプロジェクションレンズの色分離／合成用プリズムブロックのリフラックティブインデックス(refractive index) Ndpとアッペ数(Abbe number) Vdpは、次を満足する。

$$N_{dp} > 1.64$$

$$V_{dp} < 33.0$$

3個の光バルブを利用するプロジェクションディスプレイ装置の場合は、R, G, Bそれぞれのパネル(Paneel 1)が互いに独立的であるために、各波長別バックフォーカルレンジス(back focal length)の距離が互いに他のズームレンズ(zooming lens)デザインを実行する。これによって、色倍率とMTF性能を改善することができた。

【0058】以上の条件を満足するプロジェクションレンズの実施形態を挙げるとすれば、次のとおりである。

【0059】表1は、図2に対する第1実施形態を示した表で、図3は、表1の第1実施形態によるMTFの分析結果を示すグラフである。

30 【表1】

12

(8)

13

14

	半径	厚さ	Nd	Vd
対数:	無限大	349.00000		
1:	70.77761	9.000000	1.492600	57.16100
非球面:				
R:	2.208440			
A:	-0.074410-03	B:-0.145470-03	C:-0.241500-12	D:-0.212070-12
2:	57.22445	29.700000		
非球面:				
R:	0.053170			
A:	-0.149250-03	B:-0.268647-03	C:-0.210150-11	D:-0.200220-10
3:	129.08827	9.000000	1.738100	27.55200
4:	31.43412	12.421000		
5:	-150.00000	9.000000	1.563350	60.0501
6:	150.00000	4.012200		
7:	-61.01601	15.000000	1.003450	53.0200
8:	-29.24000	4.000000	1.734602	44.7200
9:	-63.37350	11.000000		
10:	234.03150	12.394503	1.673450	53.0200
11:	-63.45770	129.831350		
ストップ:	無限大	19.100000		
12:	450.00000	9.000000	1.715500	47.0211
13:	25.52003	10.000000	1.735100	27.55200
14:	-170.70647	9.000000		
15:	129.01670	19.000000	1.457450	70.4412
16:	-29.07736	2.200000	1.733100	27.55200
17:	42.15785	11.000000	1.457450	70.4412
18:	-73.83607	1.000000		
19:	71.45207	11.000000	1.603110	60.0200
20:	-61.46221	19.000000		
21:	無限大	1.000000	1.505700	64.1623
22:	無限大	1.500000		
23:	無限大	29.000000	1.247650	53.0200
24:	無限大	29.000000	1.645522	25.0200
25:	無限大	0.700000	1.505700	64.1623
26:	無限大	9.0		
27:	無限大	1.100000	1.510700	64.1623
28:	無限大	0.000000		
29:	無限大	0.000000		

【0060】そこで、第1実施形態は、画角80度と全体レンズの有効焦点距離F=11.499、G1レンズ群の有効焦点距離F1=-69.06、G2レンズ群の有効焦点距離F2=57.23、後面焦点距離BFL=54.55で60度以上の広角の画角とBFL/F=4.7の長い後面焦点距離、最外角フィールドの主光線が光バルブ面に垂直に入射するテレセントリック条件を満足する。

【0061】表1で、面27の厚さは、それぞれのR、G、B3色のパネルと色分離／合成のため光部品までの距離を3個のズーム位置をおいて各々5.002mm、5.0mm、5.0205mmにした。

【0062】図3は、スペシャル周波数(spatial frequency)40linepair/mmまでのMTF(Modulation Transfer Function)をCODE V(ORA上のレンズ設計ソフトウェア)で分析した結果である。これに伴い、あらゆるフィールド(Field)に対して40linepair/mmで40%以上のMTFを得ることができた。

【0063】表2は、図2に対する第2実施形態を示した表で、図4は、表2の第2実施形態による表2のレイアウトを光線とともに表現した図面であり、図5は、表2の第2実施形態によるMTFの分析結果を示したグラフである。

【0064】そこで、表2の実施形態は、画角66度と全体レンズの有効焦点距離F=14.99、G1レンズ群の有効焦点距離F1=-151.59、G2レンズ群の有効焦点距離F2=42.815、後面焦点距離BFL=F=42.242で60度以上の広角の画角とBFL/F=2.8の長い後面焦点距離、最外角フィールドの主光線における光バルブ面への垂直入射は、テレセントリック条件を満足する。

【0065】表2の面27の厚さは、それぞれのR、G、B3色パネルと色分離／合成のための光部品までの距離を3個のズーム位置をおいて各々2.48016mm、2.5mm、2.54487mmにした。

【表2】

(9)

15

16

	半径	厚さ	Nd	Vd
対象:	無限大	450.00000		
1:	70.11788	3.80000	1.492000	67.1000
	非球面:			
	K : 4.963903			
	A : 0.922800E-05 B : -0.223740E-03 C : 0.000000E+00 D : 0.000000E+00			
2:	27.04569	11.138420		
	非球面:			
	K : -1.101540			
	A : 0.142531E-04 B : 0.172110E-07 C : 0.000000E+00 D : 0.000000E+00			
3:	98.74432	2.00000	1.599128	61.3526
4:	35.77401	9.930354		
5:	-31.39653	2.80000	1.755129	27.5305
6:	67.49118	4.282733		
7:	220.74334	8.773917	1.603419	58.0106
8:	-44.24024	0.20000		
9:	112.26585	9.423819	1.581439	40.8807
10:	-55.00218	61.353968		
ストップ:	無限大	10.715868		
12:	-127.00208	8.60000	1.716990	47.9811
13:	19.18043	8.979675	1.755199	27.5305
14:	-68.44008	7.548979		
15:	183.11477	7.783129	1.487489	70.4412
16:	-21.06304	2.30000	1.755199	27.5302
17:	38.99451	8.486305	1.487489	70.4412
18:	-44.24024	0.20000		
19:	55.00218	8.696881	1.603110	60.8846
20:	-55.00218	5.00000		
21:	無限大	1.00000	1.516798	64.1983
22:	無限大	1.50000		
23:	無限大	1.00000	1.516798	64.1983
24:	無限大	1.50000	1.550000	50.0000
25:	無限大	55.20000	1.846682	23.4256
26:	無限大	0.70000	1.516798	64.1983
27:	無限大	2.50000		
28:	無限大	1.10000	1.516798	64.1983
IMG:	無限大	0.000000		

【0066】図5は、スペシャル周波数40linepair/mmまでのMTF (Modulation Transfer Function) をCODE V (ORA上のレンズ設計ソフトウェア) で分析した結果である。これに伴い、あらゆるフィールド(Field) に対して40linepair/mmで40%以上の

30 MTFを得ることができた。

【0067】表3は、図2に対する第3実施形態を示した表である。

【表3】

(10)

17

18

	半径	厚さ	Nd	Vd
対象:	無限大	560.000000		
1:	125.85848	7.800000	1.492000	57.1000
	非球面:			
K:	3.300474			
A:	-0.383321E-06	B:-1.228511E-09	C:-.781463E-14	D:-.116965E-17
2:	97.40356	4.600000		
	非球面:			
K:	-9.288157			
A:	-.553233E-06	B:0.898122E-10	C:-.172015E-13	D:-.167674E-17
3:	405.91275	3.200000	1.755199	57.5305
4:	87.34372	21.727303	1.516798	64.1983
5:	-234.08248	6.683089		
6:	46.98371	2.600000	1.744002	44.7200
7:	18.29428	13.158285		
8:	-28.05156	1.800000	1.744002	44.7200
9:	28.05156	10.600000	1.603419	38.0108
10:	-76.48256	9.730251		
11:	106.55120	7.200000	1.698944	30.0508
12:	-106.55120	53.831551		
ストップ:	無限大	13.408648		
14:	-152.25700	2.800000	1.716998	47.9811
15:	17.494745	9.494729	1.755199	27.5305
16:	-68.98429	4.537512		
17:	108.45537	8.647337	1.487489	70.4412
18:	-19.79304	8.200000	1.755199	27.5305
19:	33.97477	8.717307	1.487489	70.4412
20:	-60.44431	0.400000		
21:	66.75502	9.401784	1.698944	30.0508
22:	-43.17516	14.000000		
23:	無限大	1.000000	1.516798	64.1983
24:	無限大	1.500000		
25:	無限大	28.800000	1.647000	33.6482
26:	無限大	25.900000	1.646663	33.8356
27:	無限大	0.700000	1.516798	64.1983
28:	無限大	2.484834		
> 29:	無限大	1.100000	1.516798	64.1983
END:	無限大	0.000000		

【0068】表3の実施形態は、画角76.2度と全体レンズの有効焦点距離F=12.172、G1レンズ群の有効焦点距離F1=-46.4、G2レンズ群の有効焦点距離F2=44.61、後面焦点距離BFL=5
 1. 257で60度以上の広角の画角とBFL/F=
 4. 2の長い後面焦点距離、最外角フィールドの主光線

が光バルブ面に垂直に入射するテレセントリック条件を満足する。

【0069】表4は、図2に対する第4実施形態を示す表である。

【表4】

(11)

19

20

	半径	厚さ	Nd	Vd
対象:	無限大	550.00000		
1:	54.12247	3.80000	1.492000	57.1000
非球面:				
K:	1.573351			
A: -0.874890E-05	B: -1.069462E-05	C: -0.000000E+00	D: -0.000000E+00	
2:	28.93068	12.425458		
非球面:				
K:	-2.987668			
A: -0.195196E-04	B: -0.428336E-05	C: -0.000000E+00	D: -0.000000E+00	
3:	128.80707	2.80000	1.747800	37.1023
4:	30.19730	16.338375		
5:	83.37002	2.80000	1.744000	44.7000
6:	34.96475	13.233637		
7:	-30.84150	2.80000	1.673455	63.0503
8:	-69.59418	1.189447		
9:	2514.57747	5.073154	1.583628	41.0162
10:	-70.40557	0.234927		
11:	-2291.23133	4.039323	1.673148	35.5399
12:	-71.06289	64.00000		
ストップ:	無限大	11.975729		
14:	-135.05069	2.80000	1.715998	47.9611
15:	20.37637	9.751138	1.705198	27.5305
16:	-64.39001	5.181027		
17:	266.53143	8.807798	1.487480	70.4412
18:	-21.03469	2.80000	1.755198	27.5303
19:	42.95067	8.703788	1.487485	70.4412
20:	-67.59450	0.100000		
21:	-1291.24473	4.198773	1.516798	64.1983
22:	-113.15583	0.100000		
23:	89.76361	8.998417	1.578158	63.2996
24:	-47.70363	15.000000		
25:	無限大	1.000000	1.516798	64.1983
26:	無限大	1.500000		
27:	無限大	31.300000	1.647659	33.8452
28:	無限大	25.800000	1.646622	23.8256
29:	無限大	0.700000	1.516798	64.1983
30:	無限大	2.800000		
31:	無限大	1.100000	1.516798, 541983	
IMC:	無限大	0.000000		

【0070】表4の実施形態は、画角 79.7 度と全体レンズの有効焦点距離 $F = 12.217$ 、G1レンズ群の有効焦点距離 $F_1 = -53.269$ 、G2レンズ群の有効焦点距離 $F_2 = 47.65$ 、後面焦点距離 $BFL = 53.89$ で 60 度以上の広角の画角と $BFL/F = 4.4$ の長い後面焦点距離、最外角フィールドの主光線

が光バルブ面に垂直に入射するテレセントリック条件を満足する。

【0071】表5は、図2に対する第5実施形態を示す表である。

【表5】

(12)

21

22

	半径	厚さ	Nd	Vd
対象:	無限大	533.000748		
1:	75.08458	3.800000	1.489000	57.1000
非球面:				
K:	2.908807			
A:	-0.186892E-05	B:-.435502E-09	C:0.000000E+00	D:0.000000E+00
2:	30.58247	11.144533		
非球面:				
K:	-4.502706			
A:	-0.735731E-05	B:-.723276E-09	C:0.000000E+00	D:0.000000E+00
3:	96.05368	12.000000	1.686707	45.6381
4:	-75.09012	2.000000	1.755198	27.5302
5:	-450.64453	1.255914		
6:	94.89034	2.600000	1.744000	44.7000
7:	17.75553	0.911742		
8:	-38.63773	8.800000	1.687334	43.4844
9:	-15.12728	2.600000	1.744000	44.7000
10:	-163.59053	1.547785		
11:	160.09995	8.900000	1.623251	40.8084
12:	-40.58371	59.604456		
ストップ:	無限大	9.857715		
14:	1659.64737	2.800000	1.716298	47.9811
15:	17.76734	8.655899	1.755198	27.5302
16:	-100.02345	10.993688		
17:	268.90957	7.473630	1.487489	70.4412
18:	-20.40166	2.200000	1.755198	27.5302
19:	37.06054	9.102068	1.487489	70.4412
20:	-45.75555	0.100000		
21:	69.53424	8.740083	1.603110	50.0246
22:	-49.54700	14.000000		
23:	無限大	1.000000	1.515798	64.1983
24:	無限大	1.500000		
25:	無限大	27.000000	1.647689	33.8482
26:	無限大	27.002000	1.646662	23.8256
27:	無限大	0.700000	1.515798	64.1983
28:	無限大	2.500000		
29:	無限大	1.100000	1.516798	64.1983
IMC:	無限大	0.000000		

【0072】表5の実施形態は、画角80.8度と全体レンズの有効焦点距離F=11.195、G1レンズ群の有効焦点距離F1=-34.071、G2レンズ群の有効焦点距離F2=45.773、後面焦点距離BFL=50.75で60度以上の広角の画角とBFL/F=4.5の長い後面焦点距離、最外角フィールドの主光線

が光バルブ面に垂直に入射するテレセントリック条件を満足する。

【0073】表6は、図2に対する第6実施形態を示す表である。

【表6】

(13)

23

24

	半径	厚さ	Nd	Vd
対象:	無限大	640.00000		
1:	73.54647	5.00000	1.492000	57.1600
非球面:				
3:	1.708866			
4:	-5634062-08	B : 0.1961063-08	C : -0.745298-12	D : 0.3915933-16
2:	37.99018	17.00000		
非球面:				
5:	-0.032907			
A : -1.177232-05	B : 0.1360995-08	C : 0.193460E-11	D : -1.194973E-16	
3:	無限大	6.555008		
4:	157.39258	5.00000	1.755190	27.5905
5:	32.55484	19.00000		
6:	-160.00000	5.00000	1.565829	60.8301
7:	160.00000	5.00000		
8:	-138.63410	19.00000	1.603420	55.0299
9:	-59.35839	6.00000	1.744002	44.7200
10:	-105.37172	11.00000		
11:	451.45177	19.00000	1.603420	55.0299
12:	-60.15704	150.00000		
ストップ:	無限大	28.058		
13:	818.98341	9.00000	1.716098	67.9612
15:	24.30254	10.00000	1.755190	27.5905
16:	-164.10954	6.813891		
17:	109.71281	10.00000	1.487489	70.4412
18:	-20.27987	2.20000	1.755190	27.5905
19:	40.82757	6.486205	1.487489	70.4412
20:	-114.83730	0.10000		
21:	67.53347	11.00000	1.603110	60.6346
22:	-59.13659	18.00000		
23:	無限大	1.00000	1.516796	64.1963
24:	無限大	1.50000		
25:	無限大	28.50000	1.647659	53.9482
26:	底限大	25.80000	1.540652	29.8256
27:	無限大	0.70000	1.516796	64.1963
28:	無限大	5.00		
29:	無限大	1.10000	1.516796	64.1963
IMG:	無限大	0.00000		

【0074】表6の実施形態は、画角79.6度と全体レンズの有効焦点距離F=11.555、G1レンズ群の有効焦点距離F1=-73.15、G2レンズ群の有効焦点距離F2=57.702、後面焦点距離BFL=39.762で60度以上の広角の画角とBFL/F=3.4の長い後面焦点距離、最外角フィールドの主光線が光バルブ面に垂直に入射するテレセントリック条件を満足する。

【0075】このように本発明は、60度以上の画角を有し、プロジェクション・テレビ（又はモニタ）の厚さを縮小し、長い後面焦点距離を確保して色分離／合成用光学部品の配置が容易になりつつ、テレセントリック設計をして色分離／合成用光学部品の性能が高く維持されるようにして、縦色収差を減少させるようにしている。

【0076】以上、本発明の望ましい実施形態を説明したが、本発明では多様な変化と変更及び均等物の使用が可能である。本発明は、前記実施形態を適切に変形して同一に応用できることが明確である。従って、前記記載内容は、特許請求の範囲の限界により決まる本発明の範囲を限定するものでない。

【0077】

【発明の効果】以上、詳述したように、本発明によるプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズは、60度以上の画角を有し、プロジェクション・テレビ（又はモニタ）の厚さを縮小し、長い後面焦点距離を確保して色分離／合成用光学部品の配置を容易にしつつ、テレセントリック設計をして色分離／合成用光学部品の性能が高く維持されるようにして、縦色収差を減少させることができる、といった効果を奏する。

【0078】また、プロジェクション・テレビ又はモニタの奥行きを最小化するためには非常に短い投射距離のプロジェクションレンズを必要とするのに、このような条件を満足するプロジェクションレンズは、相対的に広いフィールドアングル（field angle）を要する。従って、発明によるプロジェクションレンズは、画角が60度以上ながらも従来のプロジェクションレンズ等の必要条件である解像度、ディストーション、色倍率、周辺光量比などを充足でき、また、レンズ内部に反射鏡をおいて、レンズ自体を曲げができるようにして全体セットの高さを最小化しただけでなく、単純に後群レンズ

(14)

25

群のみの調整で焦点調整を非常に便利にすることができる効果も奏する。

【0079】また、分解能とは、様々なレンズのフォーカシング及びコントラスト(Contrast)性能を示す基本指標であるが、任意のイメージをレンズを介して拡大投射してマッピングする過程で元来イメージの性能を最大限同様に表現しなければならない性能指標の定量的表現である。従って、本発明によるプロジェクションレンズは、SXGA0.7inchの光バルブを使用して目標分解能値の数値的表現で40linepair/mmMTF値が中心では60%以上、周辺では40%以上の性能を満足する長所もある。

【0080】また、PBS及び2色性フィルタ(Dichroic filter)等の光学部品の性能を最大限維持するためテレセントリック光学の設計が必要である。即ち、レンズに入射するあらゆるフィールドの中心光は平行でなければならない。そのため、入射ひとみ(enterance pupil)の位置は、無限大でなければならない。従って、本発明は、このような条件を満足させるテレセントリック設計を具現して、色分離/合成光学部品の性能を最大限に維持するプロジェクションレンズを具現した効果が得られるようになる。

【0081】また、本発明は、色分離/合成系を配置できるようにレンズの後群と前群のパワー配分を適切にし、80mm以上のバックフォーカルレンズス(back focal length)を確保した効果もある。

【0082】また、本発明は、3板式プロジェクション装置のR, G, Bそれぞれのパネルが互いに独立的に調整される点を考慮して各波長別バックフォーカルレンズスの距離が互いに他のズームレンズデザイン(zooming

lens design)を実行し、これによって色倍率とMTF性能を改善できる効果もある。

【0083】また、ワイドアングルレンズ(wide angle lens)は、非常に低い周辺光量比を有しているが、本発明によるプロジェクションレンズは、別途の機構的処理がなくても、80%以上の高い周辺光量比を維持できる効果も奏するようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一般的なプロジェクションディスプレイ装置のブロック構成図。

【図2】本発明によるプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズの一実地形態を示す図面。

【図3】表1の第1実施形態によるMTFの分析結果を示すグラフ。

【図4】表2の第2実施形態によるレイアウトを光線と共に表現した図面。

【図5】表2の第2実施形態によるMTFの分析結果を示すグラフ。

【図6】本発明によるプロジェクションディスプレイ装置のプロジェクションレンズの他の実施形態を示す図面。

【符号の説明】

11 光源

13 照明光学系

22 光バルブ

21 色分離/合成系

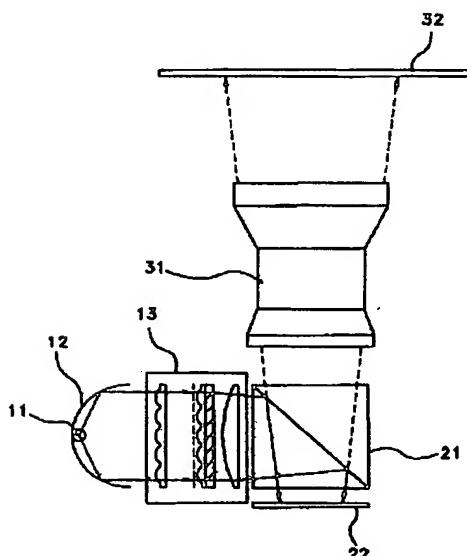
31 プロジェクションレンズ

G1 第1レンズ群

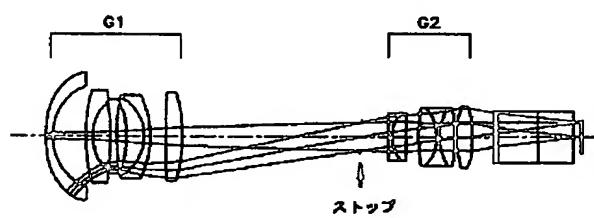
G2 第2レンズ群

30

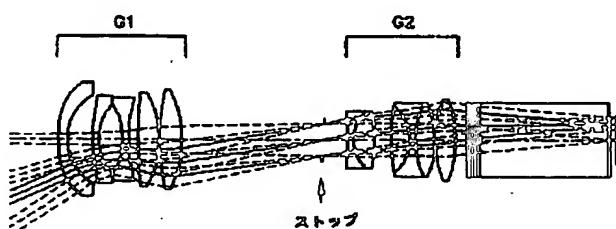
【図1】



【図2】

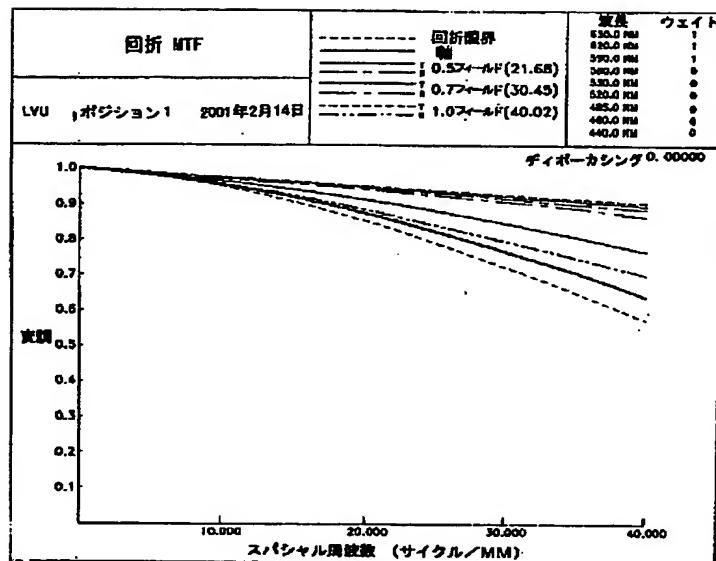


【図4】

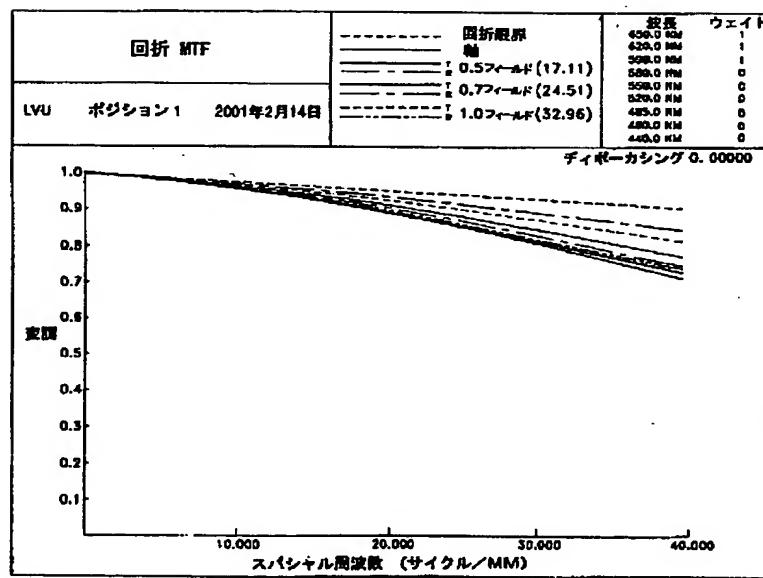


(15)

【図3】

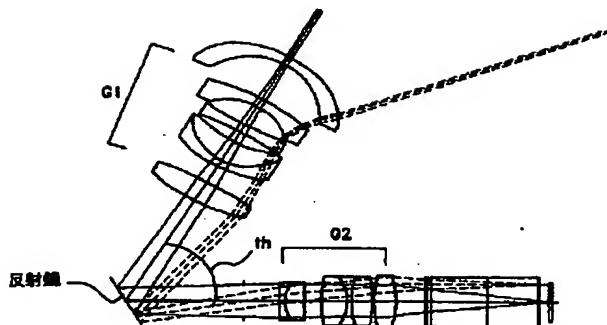


【図5】



(16)

【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H 04 N 5/74

識別記号

F I

H 04 N 5/74

テーマコード (参考)

A

F ターム(参考) 2H052 BA02 BA03 BA09 BA14
 2H087 KA06 LA03 MA08 NA14 PA16
 PA20 PB08 PB11 PB12 PB13
 QA02 QA07 QA17 QA21 QA22
 QA26 QA34 QA41 QA46 RA05
 RA12 RA32 RA41 TA01 TA03
 5C058 BA35 EA01 EA12